

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-77785

(P2000-77785A)

(43) 公開日 平成12年3月14日 (2000.3.14)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターコード* (参考)

H 0 1 S 5/30

H 0 1 S 3/18

5 F 0 4 1

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C 5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平10-242204

(22) 出願日 平成10年8月27日 (1998.8.27)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 吉田 浩

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 100098785

弁理士 藤島 洋一郎

Fターム(参考) 5F041 AA06 CA04 CA05 CA34 CA40

CA46 CA65

5F073 AA04 AA45 AA51 AA64 AA74

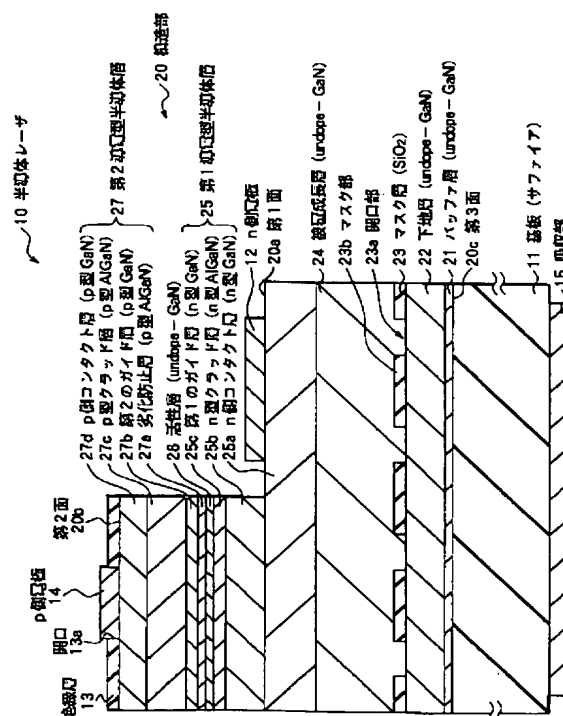
BA06 CA07 CB05 DA05 EA27

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 迷光を低減することができる半導体発光素子およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 サファイアよりなる基板11の一面に、n型AlGaInよりなるn型クラッド層25b、InGaInよりなる活性層26およびp型AlGaInよりなるp型クラッド層27cなどを積層した構造部20を形成する。n側電極12およびp側電極14を構造部20に対して基板11の反対側に設ける。基板11の他面には金属などよりなる吸収部15を設け、活性層26における発光波長以下の波長を有する光を吸収することができるようにする。パッケージに収納して用いても、吸収部15により迷光を吸収することができるので、迷光を低減することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 順次積層された第 1 導電型半導体層、活性層および第 2 導電型半導体層をそれぞれ有すると共に、積層方向に対して垂直な方向に位置する側面と、積層方向の一方に位置し第 1 導電型半導体層よりなる第 1 面と、積層方向の一方に位置し第 2 導電型半導体層よりなる第 2 面と、積層方向の他方に位置する第 3 面とをそれぞれ有し、活性層において光を発生する構造部と、この構造部の第 1 面に設けられた第 1 の電極と、前記構造部の第 2 面に設けられた第 2 の電極と、前記構造部の側面側および第 3 面側のうちの少なくとも一部に設けられ、前記構造部における発光波長以下の波長を有する光を吸収する吸収部とを備えたことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 2】 前記吸収部を構成する材料の吸収係数（単位は cm^{-1} ）と、前記吸収部の厚さ（単位は cm ）との積は、1 よりも大きいことを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 3】 前記吸収部は、位置決め用のマーク部を有することを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 4】 前記吸収部は、凸 4 角形以上の多角形状よりなる吸収領域を少なくとも 1 つ有することを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 5】 前記吸収部は、発光波長の $1/2$ の整数倍の長さと同じのピッチ幅で配列された複数の吸収領域を有することを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 6】 前記吸収部は、前記構造部の第 3 面側の少なくとも一部に設けられたことを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 7】 前記吸収部は、前記構造部の第 3 面側に位置し、前記構造部が積層された基板であることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 8】 前記構造部の第 1 導電型半導体層、活性層および第 2 導電型半導体層は、ガリウム（Ga）、アルミニウム（Al）、ホウ素（B）およびインジウム（In）からなる群のうちの少なくとも 1 種の III 族元素と窒素（N）とを含む III 族ナイトライド化合物半導体よりそれぞれなることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 9】 更に、前記構造部の第 3 面側に位置すると共に、前記構造部が積層されたサファイアよりなる基板を備えたことを特徴とする請求項 8 記載の半導体発光素子。

【請求項 10】 順次積層された第 1 導電型半導体層、活性層および第 2 導電型半導体層をそれぞれ有すると共に、積層方向に対して垂直な方向に位置する側面を有し、活性層において光を発生する構造部と、対向する一対の面の一面に前記構造部が積層されると共

に、前記構造部の積層方向に対して垂直な方向に位置する側面を有し、前記構造部における発光波長以下の波長を有する光を吸収しない材料よりなる基板と、

前記基板の一面と対向する他面、前記基板の側面および前記構造部の側面からなるうちの少なくとも一部に設けられ、前記構造部における発光波長以下の波長を有する光を吸収する吸収部とを備えたことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 11】 第 1 導電型半導体層、活性層および第 2 導電型半導体層を順次積層し、積層方向に対して垂直な方向に位置する側面と、積層方向の一方に位置し第 1 導電型半導体層よりなる第 1 面と、積層方向の一方に位置し第 2 導電型半導体層よりなる第 2 面と、積層方向の他方に位置する第 3 面とをそれぞれ有し、活性層において光を発生する構造部を形成する工程と、構造部の第 1 面に第 1 の電極を形成する工程と、構造部の第 2 面に第 2 の電極を形成する工程と、構造部の側面側および第 3 面側のうちの少なくとも一部に、構造部における発光波長以下の波長を有する光を吸収する吸収部を形成する工程とを含むことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項 12】 吸収部を構成する材料の吸収係数（単位は cm^{-1} ）と、吸収部の厚さ（単位は cm ）との積が 1 よりも大きくなるように、吸収部の構成する材料と厚さを決定することを特徴とする請求項 11 記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 13】 吸収部に位置決め用のマーク部を形成することを特徴とする請求項 11 記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 14】 吸収部に凸 4 角形以上の多角形状を有する吸収領域を少なくとも 1 つ形成することを特徴とする請求項 11 記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 15】 吸収部に発光波長の $1/2$ の整数倍の長さと同じのピッチ幅で配列させた複数の吸収領域を形成することを特徴とする請求項 11 記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 16】 前記吸収部を基板により構成すると共に、この基板に構造部を積層することを特徴とする請求項 11 記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 17】 構造部の第 1 導電型半導体層、活性層および第 2 導電型半導体層を、ガリウム（Ga）、アルミニウム（Al）、ホウ素（B）およびインジウム（In）からなる群のうちの少なくとも 1 種の III 族元素と窒素（N）とを含む III 族ナイトライド化合物半導体によりそれぞれ形成することを特徴とする請求項 11 記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 18】 構造部をサファイアよりなる基板に積層することを特徴とする請求項 17 記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 19】 対向する一対の面と、この一対の面を

結ぶ側面とをそれぞれ有し、構造部における発光波長以下の波長を有する光を吸収しない材料よりなる基板の一対の面のうちの一面に、第1導電型半導体層、活性層および第2導電型半導体層を順次積層し、積層方向に対して垂直な方向に位置する側面を有しており活性層において発を発生する構造部を形成する工程と、

基板の一面と対向する他面、基板の側面および構造部の側面からなるうちの少なくとも一部に、構造部における発光波長以下の波長を有する光を吸収する吸収部を形成する工程とを含むことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、順次積層された第1導電型半導体層、活性層および第2導電型半導体層をそれぞれ有する構造部に対して積層方向の一方側に第1の電極および第2の電極が設けられた半導体発光素子、または構造部が発光波長以下の波長を有する光を吸収しない材料よりなる基板に積層された半導体発光素子およびそれらの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、AlGaInN層などのIII族ナイトライド化合物半導体層を基板に積層して形成した半導体レーザ(laser diode; LD)または発光ダイオード(light emitting diode; LED)などの半導体発光素子は、可視領域から紫外領域までの発光を得ることができることから活発に研究開発が行われている。その中でも特に光記録の分野では、光ディスクなどの記録密度を向上させるために短波長域の光が得られる半導体レーザの実用化が求められている。

【0003】このような半導体発光素子は、通常、図16に示したように、パッケージ130の内部に収納されて用いられる。このパッケージ130は、例えば、光を外部に取り出す取り出し窓135aが設けられた蓋体135と、この蓋体135を支持する支持体134とを有しており、内部には、支持体134に支持された半導体発光素子110の載置台136が設けられている。但し、このようなパッケージ130を用いた場合、パッケージ130の内壁および取り出し窓135aにおいて反射光(いわゆる迷光)が発生してしまうという問題がある。この迷光の一部は、取り出し窓135aから外部に射出され、例えば、光記録メディアへの書き込みおよび読み取りにおいて誤信号の原因となってしまう。

【0004】そこで、AlGaAs系の半導体発光素子あるいはAlGaInP系の半導体発光素子などにおいては、図17に示したように、パッケージ230の内壁に角度を設けることにより迷光を射出させないようにしている。これについて、図18に示したように、パッケージ230に収納した半導体発光素子210とコリメータレンズ300とから構成される単純な光学系を例に挙

げて具体的に説明する。

【0005】この光学系では、信号として使用される光はコリメータレンズ300を通過する光のみである。コリメータレンズ300を通過する光は、パッケージ230の取り出し窓235aを必ず通過するので、図18において網かけで示したxとxおよびyとyとを結んだ各延長線の間の領域zに必ず存在することになる。従って、この領域zに迷光が存在すると実用上不都合が生じることになる。そこで、AlGaAs系の半導体発光素子などでは、図17に示したように、半導体発光素子210よりも載置台236側に反射されてきた迷光は載置台236の側面に傾斜を持たせることにより領域z内に戻らないようにし、載置台236よりも半導体発光素子210側に反射されてきた迷光は半導体発光素子210の基板211に向かって反射させることにより領域z内に戻らないようにしている。

【0006】このように、半導体発光素子210の基板211に向かって反射させることにより領域z内に迷光が戻らないようにできるのは、AlGaAs系の半導体発光素子210などでは、通常、基板211にGaAsが用いられており、発光波長以下の波長を有する光を基板211により吸収することができるからである。すなわち、積極的に基板に迷光を反射させることにより、パッケージ230内における迷光を減少させることができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、III族ナイトライド化合物半導体を用いた半導体発光素子では、一般に、基板には発光波長以下の波長を有する光を吸収しないサファイアが用いられており、基板により迷光を吸収させることができない。これは、基板を構成する材料は、一般に基板に成長させる半導体層との格子定数との関係および良好な半導体層を成長させることができるかにより選択されるのが通常であり、発光波長以下の波長を有する光を吸収することができるか否かということからは選択されないからである。従って、従来のIII族ナイトライド化合物半導体を用いた半導体発光素子では、図19に示したように、半導体発光素子110に反射されてきた迷光は、半導体発光素子110の基板によっては吸収されずに、取り出し窓135aから外部に射出されてしまう可能性が高いという問題があった。

【0008】なお、一般に、図20に示したように、光が物質Mにあたると、入射光L1のもつエネルギーは反射光L2、透過光L3および吸収の3つのエネルギーに分配される。これを式に表すと式1に示したようになる(植田孝司著「光物理学」第5章、共立出版社出版を参照)。

【式1】入射光強度=再反射光強度+透過光強度+吸収
これは、物質固有の性質によるものであり、吸収がないということは、反射と透過の2成分にエネルギーが分配

されることになるので、吸収がある場合に比べてそれらのエネルギーすなわち強度が増大することが定性的にもわかる。

【0009】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、迷光を低減することができる半導体発光素子およびその製造方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による半導体発光素子は、順次積層された第1導電型半導体層、活性層および第2導電型半導体層をそれぞれ有すると共に、積層方向に対して垂直な方向に位置する側面と、積層方向の一方に位置し第1導電型半導体層よりなる第1面と、積層方向の一方に位置し第2導電型半導体層よりなる第2面と、積層方向の他方に位置する第3面とをそれぞれ有し、活性層において光を発生する構造部と、この構造部の第1面に設けられた第1の電極と、構造部の第2面に設けられた第2の電極と、構造部の側面側および第3面側のうちの少なくとも一部に設けられ、構造部における発光波長以下の波長を有する光を吸収する吸収部とを備えたものである。

【0011】本発明による他の半導体発光素子は、順次積層された第1導電型半導体層、活性層および第2導電型半導体層をそれぞれ有すると共に、積層方向に対して垂直な方向に位置する側面を有し、活性層において光を発生する構造部と、対向する一対の面の一面に構造部が積層されると共に、構造部の積層方向に対して垂直な方向に位置する側面を有し、構造部における発光波長以下の波長を有する光を吸収しない材料よりなる基板と、基板の一面と対向する他面、基板の側面および構造部の側面からなるうちの少なくとも一部に設けられ、構造部における発光波長以下の波長を有する光を吸収する吸収部とを備えたものである。

【0012】本発明による半導体素子の製造方法は、第1導電型半導体層、活性層および第2導電型半導体層を順次積層し、積層方向に対して垂直な方向に位置する側面と、積層方向の一方に位置し第1導電型半導体層よりなる第1面と、積層方向の一方に位置し第2導電型半導体層よりなる第2面と、積層方向の他方に位置する第3面とをそれぞれ有し、活性層において光を発生する構造部を形成する工程と、構造部の第1面に第1の電極を形成する工程と、構造部の第2面に第2の電極を形成する工程と、構造部の側面側および第3面側のうちの少なくとも一部に、構造部における発光波長以下の波長を有する光を吸収する吸収部を形成する工程とを含むものである。

【0013】本発明による他の半導体発光素子の製造方法は、対向する一対の面と、この一対の面を結ぶ側面とをそれぞれ有し、構造部における発光波長以下の波長を有する光を吸収しない材料よりなる基板の一対の面のうちの一面に、第1導電型半導体層、活性層および第2導

電型半導体層を順次積層し、積層方向に対して垂直な方向に位置する側面を有しており活性層において発光を発生する構造部を形成する工程と、基板の一面と対向する他面、基板の側面および構造部の側面からなるうちの少なくとも一部に、構造部における発光波長以下の波長を有する光を吸収する吸収部を形成する工程とを含むものである。

【0014】本発明による半導体発光素子では、第1の電極と第2の電極との間に電圧が印加されると、第1導電型半導体層と第2導電型半導体層との間に電圧が印加され、活性層に電流が注入されて発光が起こる。ここでは、構造部の側面側および第3面側のうちの少なくとも一部に吸収部が設けられているので、例えば、この半導体発光素子をパッケージに収納して用いても、迷光が吸収部により吸収される。

【0015】本発明による他の半導体発光素子では、第1導電型半導体層と第2導電型半導体層との間に電圧が印加されると、活性層に電流が注入され発光が起こる。ここでは、基板の他面、基板の側面および構造部の側面からなるうちの少なくとも一部に吸収部が設けられているので、例えば、この半導体発光素子をパッケージに収納して用いても、迷光が吸収部により吸収される。

【0016】本発明による半導体素子の製造方法では、第1導電型半導体層、活性層および第2導電型半導体層を順次積層することにより構造部が形成される。構造部の第1面には第1の電極が形成され、構造部の第2面には第2の電極が形成される。また、構造部の側面側および第3面側のうちの少なくとも一部には吸収部が形成される。

【0017】本発明による他の半導体発光素子の製造方法では、基板の一面に、第1導電型半導体層、活性層および第2導電型半導体層を順次積層することにより構造部が形成される。また、基板の他面、基板の側面および構造部の側面からなるうちの少なくとも一部に吸収部が形成される。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0019】（第1の実施の形態）図1は本発明の第1の実施の形態に係る半導体発光素子である半導体レーザ10の構成を表すものである。この半導体レーザ10は、対向する一対の面を有する基板11の一面に、複数の半導体層を有する構造部20が積層されている。基板11は、例えば、積層方向の厚さ（以下、単に厚さと言う）が300 μ mのサファイアにより構成されており、構造部20は基板11のC面に形成されている。基板11は、また、一対の面を結ぶ側面を有している。

【0020】構造部20は、基板11の側から順に積層されたパッファ層21、下地層22、マスク層23、被覆成長層24、第1導電型半導体層25、活性層26お

よび第2導電型半導体層27をそれぞれ有している。バッファ層21は、例えば、厚さが30nmであり、不純物を添加しないundoped-GaNにより構成されている。このバッファ層21は、低温で成長させた非晶質に近い結晶よりなり、下地層22を成長させる際の核となるものである。下地層22は、例えば、厚さが2μmであり、不純物を添加しないundoped-GaNの結晶により構成されている。

【0021】マスク層23は、例えば、厚さが0.1μmであり、二酸化ケイ素(SiO₂)により構成されている。このマスク層23は、また、図1において紙面に対して垂直な方向において帯状に延長された複数の開口部23aと、各開口部23aの間に形成され同様に帯状に延長された複数のマスク部23bとを有しており、このマスク層23の上に被覆成長層24を横方向に成長させることにより、下地層22から貫通駆位が伝わるのを遮断するようになっている。マスク層23における各マスク部23bの幅(マスク幅)は例えば10μmであり、各開口部23aの幅(開口幅)は例えば4μmである。被覆成長層24は、例えば、厚さが10μmであり、不純物を添加しないundoped-GaNにより構成されている。

【0022】第1導電型半導体層25は、被覆成長層24の側から順に積層されたn側コンタクト層25a、n型クラッド層25bおよび第1のガイド層25cをそれぞれ有している。n側コンタクト層25aは、例えば、厚さが3μmであり、ケイ素(Si)などのn型不純物を添加したn型GaNにより構成されている。n型クラッド層25bは、例えば、厚さが1μmであり、ケイ素などのn型不純物を添加したn型Al_{0.1}Ga_{0.9}N混晶により構成されている。第1のガイド層25cは、例えば、厚さが0.1μmであり、ケイ素などのn型不純物を添加したn型GaNにより構成されている。

【0023】活性層26は、例えば、不純物を添加しないundoped-InGaAsN混晶により構成されており、厚さが3nmのIn_{0.15}Ga_{0.85}N混晶よりなる井戸層と、厚さが4nmのIn_{0.02}Ga_{0.98}N混晶よりなるバリア層との多重量子井戸構造を有している。この活性層26は発光層として機能するものであり、その発光波長はレーザ発振において約405nmとなっている。

【0024】第2導電型半導体層27は、活性層26の側から順に積層された劣化防止層27a、第2のガイド層27b、p型クラッド層27cおよびp側コンタクト層27dをそれぞれ有している。劣化防止層27aは、例えば、厚さが20nmであり、マグネシウム(Mg)などのp型不純物を添加したp型Al_{0.2}Ga_{0.8}N混晶により構成されている。第2のガイド層27bは、例えば、厚さが0.1μmであり、マグネシウムなどのp型不純物を添加したp型GaNにより構成されている。p型クラッド層27cは、例えば、厚さが0.8μmで

あり、マグネシウムなどのp型不純物を添加したp型Al_{0.1}Ga_{0.9}N混晶により構成されている。p側コンタクト層27dは、例えば、厚さが0.5μmであり、マグネシウムなどのp型不純物を添加したp型GaN混晶により構成されている。

【0025】このような構成を有する構造部20は、積層方向の一方に、第1導電型半導体層25であるn側コンタクト層25aよりなる第1面20aと、第2導電型半導体層27であるp側コンタクト層27dよりなる第2面20bとをそれぞれ有しており、積層方向の他方に、バッファ層21よりなる第3面20cを有している。

【0026】構造部20の第1面20aには、第1の電極としてのn側電極12が設けられている。n側電極12は、n側コンタクト層25aの側から順にチタン(Ti)層、アルミニウム(Al)層および金(Au)層を積層して加熱処理により合金化した構造を有しており、n側コンタクト層25aと電気的に接続されている。構造部20の第2面20bには、二酸化ケイ素などの絶縁材料よりなる絶縁層13と共に、この絶縁層13に設けられた開口13aを介して第2の電極としてのp側電極14が形成されている。p側電極14は、p側コンタクト層27dの側からニッケル(Ni)層と金(Au)層とを順次積層して加熱処理により合金化された構造を有しており、p側コンタクト層27dと電気的に接続されている。p側電極14は、また、電流狭窄をするように図1では紙面に対して垂直な方向において帯状に延長されており、p側電極14に対応する活性層26の領域が発光領域となるようになっている。

【0027】この半導体レーザ10は、また、基板11の他面側(構造部20の第3面20c側)に吸収部15を備えている。この吸収部15は、活性層26における発光波長以下の波長を有する光を吸収する材料により構成されている。例えば、金、ニッケル、白金(Pt)あるいはアルミニウムなどの金属、またはこれらの合金、またはアモルファスシリコンあるいはZnSなどの誘電体により構成されている。この吸収部15は、基板11の他面側全面に設けられていてもよいが、図2に吸収部15の側から見た図を示したように、基板11の他面のうち周縁部を除く一部に対して設けられた方が好ましい。これは、後述する製造方法においても説明するように、このような半導体レーザ10では、複数の半導体レーザ形成領域を有する基板11に構造部20を積層したのち各半導体レーザ形成領域において分割して形成するのが一般的であり、その場合、基板11の他面のうち周縁部に吸収部15が形成されない方が分割が容易となるからである。

【0028】また、この吸収部15の厚さは、吸収部15を構成する材料の吸収係数をα(cm⁻¹)とし、吸収部15の厚さをd(cm)とした場合に、式2に示した

10

20

30

40

50

ように、その積が1以上となるように決定されることが好ましい。

【式2】 $\alpha \times d \geq 1$

【0029】これは、式3に示した透過光強度と吸収部15の吸収係数 α およびその厚さ d との関係（櫛田孝司著「量子光学」第2章、朝倉書店出版を参照）から分かるように、吸収部15の吸収係数 α とその厚さ d との積が1以上でないと十分に透過光強度を小さくすることができないからである。なお、式3における侵入光強度とい

【0030】

【式3】 透過光強度 = 侵入光強度 $\times \exp(-\alpha \times d)$

【式4】 侵入光強度 = 入射光強度 - 再反射光強度

【0031】なお、表1に、吸収部15を金により構成した場合における波長 λ に対する吸収係数 α と、吸収係数 α と厚さ d との積が1となる場合の厚さ d とを示す。すなわち、表1に示した厚さ d は式3における $\alpha \times d$ が1となる場合の値であり、吸収部15を透過する光の透過光強度を侵入光強度の36%程度にまで低減することが

【式5】 $\alpha = 4\pi\kappa/\lambda$

【0032】

【表1】

波長 λ (nm)	κ	吸収係数 α $\times 10^5$ (cm $^{-1}$)	厚さ d $\times 10$ (nm)
354.0	1.862	6.610	1.513
364.4	1.906	6.572	1.522
375.5	1.936	6.480	1.543
387.2	1.956	6.348	1.575
399.7	1.958	6.156	1.624
413.0	1.940	5.903	1.694
427.2	1.904	5.600	1.786
442.5	1.846	5.242	1.908
458.9	1.796	4.918	2.033
476.5	1.840	4.852	2.061
495.6	2.120	5.375	1.890

【0033】また、同様に、吸収部15をニッケルにより構成した場合を表2に、吸収部を白金により構成した場合を表3に、吸収部15をアルミニウムにより構成した場合を表4に、吸収部15をアモルファスシリコンにより構成した場合を表5に、吸収部15をZnSにより構成した場合を表6にそれぞれ示す。

【0034】

【表2】

波長 λ (nm)	κ	吸収係数 α $\times 10^5$ (cm $^{-1}$)	厚さ d $\times 10$ (nm)
354.0	2.11	7.49	1.34
364.4	2.17	7.48	1.34
375.5	2.23	7.46	1.34
387.2	2.30	7.46	1.34
399.7	2.36	7.42	1.35
413.0	2.44	7.42	1.35
427.2	2.52	7.41	1.35
442.5	2.61	7.41	1.35
458.9	2.71	7.42	2.35
476.5	2.81	7.41	2.35
495.6	2.93	7.43	1.35

【0035】

【表3】

波長 λ (nm)	κ	吸収係数 α $\times 10^5$ (cm $^{-1}$)	厚さ d $\times 10$ (nm)
354.0	2.55	9.05	1.10
364.4	2.62	9.03	1.11
375.5	2.69	9.00	1.11
387.2	2.76	8.96	1.12
399.7	2.84	8.93	1.12
413.0	2.92	8.88	1.13
427.2	3.01	8.85	1.13
442.5	3.10	8.80	1.14

【0036】

【表4】

波長 λ (nm)	κ	吸収係数 α $\times 10^5$ (cm $^{-1}$)	厚さ d (nm)
364.4	4.43	1.53	6.55
375.5	4.56	1.53	6.55
387.2	4.71	1.53	6.54
399.7	4.86	1.53	6.54
413.0	5.02	1.53	6.55
427.2	5.20	1.53	6.54
442.5	5.38	1.53	6.55
458.9	5.58	1.53	6.54
476.5	5.80	1.53	6.54
495.6	6.03	1.53	6.54

【0037】

【表5】

波長 λ (nm)	κ	吸収係数 α $\times 10^5$ (cm $^{-1}$)	厚さ d $\times 10$ (nm)
354.0	2.79	9.90	1.01
364.4	2.66	9.17	1.09
387.2	2.38	7.72	1.29
413.0	2.02	6.15	1.63
442.5	1.64	4.66	2.15
476.5	1.28	3.38	2.96
495.6	1.12	2.84	3.52

【0038】

【表6】

波長 λ (nm)	κ	吸収係数 α $\times 10^4$ (cm $^{-1}$)	厚さ d $\times 10^2$ (nm)
354.0	0.10	3.5	2.82
399.7	0.06	1.9	5.30
413.0	0.04	1.2	8.22
495.6	0.03	0.76	13.1

【0039】表1乃至表6に示したように、 κ および吸収係数 α が正の値である場合にはその波長 λ の光を吸収することから、これらにより吸収部15を構成すれば、これらの波長を有する光を吸収部15において吸収できることが分かる。また、吸収部15をこれらの金属またはシリコンにより構成すれば、数nm～十数nm程度の厚さ d でこれらの波長を有する光を十分に吸収できることが分かる。

【0040】この半導体レーザ10は、更に、図1においては図示しないが図2に示したように、p側電極14の長さ方向の端部に一对の反射鏡膜16、17がそれぞれ形成されている。各反射鏡膜16、17は、例えば、二酸化ケイ素(SiO₂)膜と酸化ジルコニウム(ZrO)膜とを交互に積層してそれぞれ構成されており、反射鏡膜16の反射率は低くなるように、反射鏡膜17の反射率は高くなるようにそれぞれ調整されている。これにより、活性層26において発生した光是一对の反射鏡膜の間を往復して増幅され、反射鏡膜16からレーザビームとして射出されるようになっている。すなわち、p側電極14の長さ方向が共振器方向となっている。

【0041】このような構成を有する半導体レーザ10は、次のようにして製造することができる。

【0042】図3および図5はその各製造工程を表すものである。なお、図3および図4は図1と同一方向(p側電極14の延長方向に対して垂直な方向)における断面図であり、図5は吸収部15の側から見た図である。まず、図3(A)に示したように、例えば、複数の半導体レーザ形成領域を有するサファイアよりなる基板11を用意し、MOCVD法により、基板11の一面(C

面)にundoped-GaNよりなるバッファ層21を形成する。その際、例えば、基板11の温度は520℃と低くし、非晶質に近い結晶層を成長させる。また、原料にはトリメチルガリウム((CH₃)₃Ga)とアンモニア(NH₃)を用いる。なお、図3および図4においては、1つの半導体レーザ形成領域のみを代表して表している。

【0043】次いで、同じく図3(A)に示したように、バッファ層21の上に、例えば、MOCVD法により、バッファ層21と同様にしてundoped-GaNよりなる下地層22を形成する。但し、基板11の温度は例えば1020℃とし、結晶層を成長させる。

【0044】続いて、図3(B)に示したように、下地層22の上に、例えば、CVD(Chemical Vapor Deposition)法により、二酸化ケイ素よりなり帯状に延長された複数のマスク部23bを有するマスク層23を選択的に形成する。そののち、同じく図3(B)に示したように、マスク層23の上に、例えば、MOCVD法により、下地層22と同様にしてundoped-GaNよりなる被覆成長層24を横方向に成長させる。

【0045】被覆成長層24を形成したのち、図3(C)に示したように、その上に、例えば、MOCVD法により、n型GaNよりなるn側コンタクト層25a、n型Al_{0.1}Ga_{0.9}N混晶よりなるn型クラッド層25b、n型GaNよりなる第1のガイド層25c、undoped-GaN混晶よりなる活性層26、p型Al_{0.2}Ga_{0.8}N混晶よりなる劣化防止層27a、p型GaNよりなる第2のガイド層27b、p型Al_{0.1}Ga_{0.9}N混晶よりなるp型クラッド層27cおよびp型GaNよりなるp側コンタクト層27dを順次成長させる。

【0046】その際、例えば、基板11の温度は800～1000℃とし、アルミニウムの原料としてはトリメチルアルミニウム((CH₃)₃Al)、ガリウムの原料としてはトリメチルガリウム、インジウムの原料としてはトリメチルインジウム((CH₃)₃In)および窒素の原料ガスとしてはアンモニアガスをそれぞれ用いる。また、n型不純物としてケイ素を添加する場合には、ケイ素の原料ガスとしてモノシランガス(SiH₄)を用い、p型不純物としてマグネシウムを添加する場合には、マグネシウムの原料としてビス=メチルシクロペンタジエニルマグネシウム((CH₃C₅H₄)₂Mg)あるいはビス=シクロペンタジエニルマグネシウム((C₅H₅)₂Mg)をそれぞれ用いる。

【0047】n側コンタクト層25aからp側コンタクト層27dまでの各層を成長させたのち、図4(A)に示したように、p側コンタクト層27dの上に、例えば、CVD法により二酸化ケイ素などの絶縁体よりなる絶縁層13を形成する。絶縁層13を形成したのち、リ

ソグラフィ技術を用い、n側電極12の形成位置に対応してp側コンタクト層27d、p型クラッド層27c、第2のガイド層27b、劣化防止層27a、活性層26、第1のガイド層25cおよびn型クラッド層25bを順次選択的に除去し、n側コンタクト層25aを露出させる。すなわち、構造部20の第1面20aを露出させる。

【0048】n側コンタクト層25aを露出させたのち、図4(B)に示したように、全面（すなわち絶縁層13およびn側コンタクト層25aの上）に、図示しないレジスト膜を塗布形成し、フォトリソグラフィによってn側電極12の形成位置に対応したマスクパターンを形成する。そののち、全面（すなわちn側コンタクト層25aおよび図示しないレジスト膜の上）に、例えば、真空蒸着法によりチタン層、アルミニウム層および金層を選択的に順次蒸着し、図示しないレジスト膜をその上に蒸着された各金属層と共に除去して（リフトオフ）、n側電極12を形成する。

【0049】n側電極5を形成したのち、同じく図4(B)に示したように、全面（すなわち絶縁層13、n側コンタクト層25aおよびn側電極12の上）に、図示しないレジスト膜を塗布形成し、フォトリソグラフィによってp側電極14の形成位置に対応したマスクパターンを形成する。そののち、これをマスクとしてエッチングを行い、絶縁層13を選択的に除去してp側電極14の形成位置に対応した開口13aを形成し、p側コンタクト層27dを露出させる。すなわち、構造部20の第2面を露出させる。p側コンタクト層27dを露出させたのち、全面（すなわちp側コンタクト層27dおよび図示しないレジスト膜の上）に、例えば、真空蒸着法によりニッケル層および金層を順次蒸着し、図示しないレジスト膜をその上に蒸着された各金属層と共に除去して（リフトオフ）、p側電極14を形成する。そののち、加熱処理を行い、p側電極14およびn側電極12を合金化させる。

【0050】加熱処理を行ったのち、図5に示したように、基板11の他面に、図示しないレジスト膜を塗布形成し、フォトリソグラフィによって吸収部15の形成位置に対応したマスクパターンを形成する。そののち、全面（すなわち基板11および図示しないレジスト膜の上）に、例えば、真空蒸着法により金層、白金層、ニッケル層あるいはアルミニウム層などの金属層を蒸着し、図示しないレジスト膜をその上に蒸着された金属層と共に除去して（リフトオフ）、吸収部15を形成する。なお、図5においては複数の半導体レーザ形成領域10aを表しており、破線により囲まれた領域が各半導体レーザ形成領域10aに該当している。

【0051】なお、吸収部15をアモルファスシリコンあるいはZnSなどの半導体により構成する場合には、基板11の他面に、例えば、CVD法、分子線エピタキ

シー（Molecular Beam Epitaxy；MBE）法あるいはMOCVD（Metal Organic Chemical Vapor Deposition）法により誘電体層を形成したのち、リソグラフィ技術を用い、吸収部形成領域に対応してその誘電体層を選択的に除去して、吸収部15を形成する。

【0052】吸収部15を形成したのち、ここでは図示しないが、基板11を各半導体レーザ形成領域10aに対応させてp側電極14の長さ方向に対して垂直に所定の幅で分割する。そののち、分割した一对の側面に、例えばE-ガン蒸着法、CVD法により一对の反射鏡膜16、17をそれぞれ形成する。各反射鏡膜16、17を形成したのち、基板11を各半導体レーザ形成領域10aに対応させてp側電極14の長さ方向と平行に所定の幅で分割する。なお、これら分割工程においては、図5に示したように、吸収部15を各半導体レーザ形成領域10aの周縁部に形成しない方が、吸収部15が妨げとならずに容易に分割することができるので好ましい。これにより、図1に示した半導体レーザ10が形成される。

【0053】このようにして製造した半導体レーザ10は、次のようにパッケージに収納されて用いられる。

【0054】図6乃至図8はパッケージ30の構成およびこのパッケージ30に収納された半導体レーザ10の状態を表すものである。なお、図8は図7におけるI-I線に沿った断面図である。まず、この半導体レーザ10は、図6に示したように、配設基板31にn側電極12およびp側電極14を対向させて配設される。この配設基板31は、例えば、窒化アルミニウム（AlN）などの絶縁体よりなり、半導体レーザ10が配設される側の面には、n側電極12を接続する配線32と、p側電極14を接続する配線33とがそれぞれ設けられている。各配線32、33は、例えば、金などの金属により構成されている。配線32の配設基板31と反対側にはn側電極12と対応した位置に半田層32aが形成されており、配線33の配設基板31と反対側にはp側電極14と対応した位置に半田層33aが形成されている。すなわち、半導体レーザ10のn側電極12は半田層32aを介して配線32と電氣的に接続され、p側電極14は半田層33aを介して配線33と電氣的に接続される。

【0055】次いで、図7および図8に示したように、配設基板31に配設された半導体レーザ10は、パッケージ30の内部に収納される。このパッケージ30は、例えば、円盤状の支持体34と中空円筒状の蓋体35とを有している。蓋体35は、その一端部が開放された状態、他端部が閉鎖された状態となっており、開放端部が支持体34の一面に対して配設されている。蓋体35の内部には、載置台36が支持体34の一面に対して形成されており、半導体レーザ10はこの載置台36に配設基板31を介して載置される。また、蓋体35の閉鎖端

部には、半導体レーザ 10 に対応して、半導体レーザ 10 から射出されたレーザビームをパッケージ 30 の外部に取り出すための取り出し窓 35a が設けられている。

【0056】載置台 36 および支持体 34 は、例えば、金属などの導電体により構成されており、支持体 34 に設けられたピン 37 を介して外部配線と電氣的に接続されるようになっている。また、支持体 34 には、支持体 34 とは絶縁性が確保されたピン 38 が内部から外部に向かって貫通されており、ピン 38 を介しても外部配線と電氣的に接続することができるようになっている。すなわち、半導体レーザ 10 は、配設基板 31 の配線 32 とピン 38 とがワイヤで接続されると共に、配線 33 と載置台 36 とがワイヤで接続されることにより、外部配線と電氣的に接続される。

【0057】このようにしてパッケージ 30 に収納された半導体レーザ 10 は、次のように作用する。

【0058】この半導体レーザ 10 では、パッケージ 30 のピン 37 およびピン 38 を介して、半導体レーザ 10 の n 側電極 12 と p 側電極 14 との間に所定の電圧が印加されると、活性層 26 に電流が注入され、電子-正孔再結合により発光が起こる。この光は、一对の反射鏡膜 16, 17 の間を往復して増幅され、反射鏡膜 16 からレーザビームとして射出される。この半導体レーザ 10 から射出されたレーザビームの一部は、パッケージ 30 の取り出し窓 35a を介してパッケージ 30 の外部に取り出される。

【0059】また、半導体レーザ 10 から射出されたレーザビームの他の一部は、図 9 に太実線の矢印で示したように、パッケージ 30 の内壁または取り出し窓 35a において反射し、迷光となって、その一部は半導体レーザ 10 に戻ってくる。更に、半導体レーザ 10 の反射鏡膜 17 からわざわざながらレーザビームが射出されており、図 9 において細実線の矢印で示したように、パッケージ 30 の内壁において反射し、迷光となって、その一部は半導体レーザ 10 に戻ってくる。半導体レーザ 10 に戻ってきた迷光は、半導体レーザ 10 の表面において一部が再反射光となり、一部が侵入光となる。

【0060】ここで、本実施の形態に係る半導体レーザ 10 では、基板 11 の他面に吸収部 15 を備えているので、半導体レーザ 10 に侵入した迷光の一部は吸収部 15 に到達し、吸収部 15 において一部が吸収され、一部は図 9 において破線の矢印で示したように透過する。すなわち、吸収部 15 を透過する迷光の透過光強度は、侵入光強度よりも吸収部 15 において吸収された分だけ小さくなる。よって、パッケージ 30 内における迷光は低減され、取り出し窓 35a から取り出される迷光も低減される。また、半導体レーザ 10 においても活性層 26 に到達する迷光が低減され、半導体レーザ 10 の動特性は安定し、レーザノイズが低減する。

【0061】このように本実施の形態に係る半導体レー

ザ 10 によれば、基板 11 の他面（構造部 20 の第 3 面 20c 側）に吸収部 15 を備えるようにしたので、パッケージ 30 に収納して用いても、迷光を吸収部 15 により吸収することができる。よって、パッケージ 30 内の迷光を低減することができ、取り出し窓 35a から取り出される迷光も低減することができる。従って、この半導体レーザ 10 を用いた装置の誤動作を防止することができる。また、半導体レーザ 10 においても、活性層 26 に到達する迷光を低減することができ、半導体レーザ 10 の動特性を安定させることができると共に、レーザノイズを低減することができる。

【0062】また、本実施の形態に係る半導体レーザの製造方法によれば、基板 11 の他面（構造部 20 の第 3 面 20c 側）に吸収部 15 を形成するようにしたので、本実施の形態に係る半導体レーザ 10 を容易に製造することができる。

【0063】（第 2 の実施の形態）図 10 は本発明の第 2 の実施の形態に係る半導体レーザ 40 を基板 11 側から見て表すものである。この半導体レーザ 40 は、吸収部 45 の形状が異なることを除き、第 1 の実施の形態と同一の構成および作用を有している。また、第 1 の実施の形態と同様にして製造することができる。よって、ここでは、同一の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0064】吸収部 45 は、四角形の四隅にマーク部 45a としての切欠部が形成された 12 角形状となっている。このマーク部 45a は、第 1 の実施の形態において説明したように半導体レーザ 40 を配設基板 31 に配設する際、または半導体レーザ 40 をパッケージ 30 の載置台 36 に載置する際に、半導体レーザ 40 の位置を決めるための印として用いられる。これは、基板 11 が発光波長以下の波長を有する光を吸収しないサファイアにより構成されているのに対して、吸収部 45 はそれらの光を吸収する材料により構成されていることを利用したものであり、この半導体レーザ 40 は、マーク部 45a を画像処理などで識別することにより位置決めすることができるようになっている。

【0065】このように本実施の形態によれば、吸収部 45 がマーク部 45a を有するようにしたので、第 1 の実施の形態において説明した効果に加えて、半導体レーザ 40 を配設基板 31 に配設する際、あるいは半導体レーザ 40 をパッケージ 30 の載置台 36 に載置する際などに、画像処理などを利用することにより容易にその位置決めを行うことができる。よって、タクトを短縮することができると共に、位置合わせの精度を高めることができ、歩留りを向上させることができる。

【0066】なお、本実施の形態では、吸収部 45 を 12 角形状とすることにより切欠部よりなるマーク部 45a を形成するようにしたが、図 11 に示した半導体レーザ 50 のように、吸収部 55 が複数の吸収領域 55b を

有するように構成し、各吸収領域 55b の間の領域をマーク部 55a とするようにしてもよい。すなわち、ここにおいてマーク部 45a、55a とは、吸収部 45、55 の位置を示すことができる特徴部分を言う。

【0067】(第3の実施の形態) 図12は本発明の第3の実施の形態に係る半導体レーザ60を基板11側から見て表すものである。この半導体レーザ60は、吸収部65の形状が異なることを除き、第1の実施の形態と同一の構成および作用を有している。また、第1の実施の形態と同様にして製造することができる。よって、こ

こでは、同一の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0068】吸収部65は、共振器方向A(p側電極14の延長方向)において発光波長の1/2の整数倍の長さと同じのピッチ幅Bで配列された複数の吸収領域65bを有している。ピッチ幅Bというのは、図12においても示したように、1つの吸収領域65bの幅Cと、それに隣接する吸収領域65bとの間の幅Dとを合わせた幅のことである。

【0069】このように本実施の形態によれば、吸収部65が、共振器方向Aにおいて発光波長の1/2の整数倍の長さと同じのピッチ幅Bで配列された複数の吸収領域65bを有するようにしたので、第1の実施の形態において説明した効果に加えて、DFB(Distributed Feedback)と同様の効果を得ることができる。よって、縦モードの選択性を高めることができる(Casey and Panish: "Heterostructure Lasers" Chap. 7 Academic Pressを参照)。

【0070】(第4の実施の形態) 図13は本発明の第4の実施の形態に係る半導体レーザ70を表すものである。この半導体レーザ70は、吸収部15が除去され、基板71が吸収部としての機能を有することを除き、第1の実施の形態と同一の構成および作用を有している。また、第1の実施の形態と同様にして製造することができる。よって、ここでは、同一の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0071】基板71は、例えば、Fe、Cuなどを不純物として侵入させあるいは添加したサファイアにより構成されており、構造部20における発光波長以下の波長を有する光を吸収することができるようになっている。よって、本実施の形態によれば、第1の実施の形態と同一の効果を得ることができる。

【0072】以上、各実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記各実施の形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上記第1乃至第3の各実施の形態においては、吸収部15、45、55、65を構成する材料について具体的な例を挙げて説明したが、発光波長以下の波長を有する光を吸収することができればどのような材料を用いてもよく、亜鉛

(Zn)あるいは鉛(Pb)などの他の金属、またはそ

れらの合金、または混晶の半導体、または酸化物あるいは窒化物などの化合物を用いることもできる。また、上記第1乃至第3の各実施の形態においては、吸収部15、45、55、65を単層により構成するようにしたが、積層された複数の層により構成するようにしてもよい。

【0073】更に、上記第1乃至第3の各実施の形態においては、吸収部15、45、55、65の形状について具体的な例を挙げて説明したが、吸収部は他の形状を有していてもよい。例えば、図14に示したように、吸収部85を異なった形状を有する複数の吸収領域85bにより構成するようにしてもよく、図15に示したように、吸収部95が吸収領域95bを基板11の他面全体にわたって有するのではなく、一部においてのみ有するようにしてもよい。

【0074】加えて、上記第1乃至第3の各実施の形態においては、吸収部15、45、55、65を基板11の他面(構造部20の第3面20c側)に形成する場合について説明したが、これらに加え、構造部20の積層方向に対して垂直な方向に位置する側面側(すなわち構造部20の側面および基板11の側面)の少なくとも一部にも吸収部を設けるようにしてもよい。また、これらに代えて、構造部20の側面側の少なくとも一部にのみ吸収部を設けるようにしてもよい。但し、側面から光が射出されるような場合には、光が射出する領域には吸収部を設けないようにする必要がある。また、吸収部を構造部20の側面側に設けた場合には、吸収部の厚さは、構造部20の積層方向において垂直な方向の厚さとなる。

【0075】更にまた、上記各実施の形態においては、構造部20を構成するIII族ナイトライド化合物半導体について具体的な例を挙げて説明したが、本発明は、他の適宜なIII族ナイトライド化合物半導体(すなわち、ガリウム(Ga)、アルミニウム(Al)、ホウ素(B)およびインジウム(In)からなる群より選ばれた少なくとも1種のIII族元素と、窒素(N)とを含むIII族ナイトライド化合物半導体)により構造部20を構成するようにしてもよい。

【0076】加えてまた、上記各実施の形態においては、構造部20をIII族ナイトライド化合物半導体について構成する場合について説明したが、本発明は、構造部が他の半導体により構成される場合であっても、第1の電極および第2の電極が共に構造部20の積層方向の一方側に位置する半導体発光素子について広く適用することができる。また、基板11が発光波長以下の波長を有する光を吸収しない材料により構成される半導体発光素子についても広く適用することができる。

【0077】更にまた、上記各実施の形態においては、第1導電型半導体層25をn型半導体層により構成し、第2導電型半導体層27をp型半導体層により構成する

場合について説明したが、本発明は、第1導電型半導体層25をp型半導体層により構成し、第2導電型半導体層27をn型半導体層により構成する場合についても広く適用することができる。

【0078】加えてまた、上記各実施の形態においては、半導体レーザの構成について具体的に説明したが、本発明は、他の構成を有するものであっても、順次積層された第1導電型半導体層、活性層および第2導電型半導体層を有する構造部を備えた半導体発光素子について広く適用することができる。例えば、劣化防止層27aを備えなくてもよく、p側電極14を帯状とするのではなく他の方法により電流狭窄をするようにしてもよい。

【0079】更にまた、上記各実施の形態においては、半導体レーザについてのみ説明したが、本発明は、発光ダイオードなどの他の半導体発光素子についても同様に適用することができる。

【0080】加えてまた、上記各実施の形態においては、構造部20をMOCVD法により形成する場合について説明したが、MBE法やハライド法などの他の気相成長法により形成するようにしてもよい。なお、ハライド気相成長法とは、ハロゲンが輸送もしくは反応に寄与する気相成長法のことであり、ハイドライド気相成長法とも言う。

【0081】

【発明の効果】以上説明したように請求項1乃至9のいずれか1に記載の半導体発光素子によれば、構造部の側面側および第3面のうちの少なくとも一部に設けられた吸収部を備えるようにしたので、例えば、この半導体発光素子をパッケージに収納して用いても、迷光を吸収部により吸収することができる。よって、パッケージから外部に取り出される迷光を低減することができ、半導体発光素子を用いた装置の誤動作を防止することができるという効果を奏する。また、半導体発光素子の活性層に到達する迷光も低減することができ、半導体発光素子の動特性を安定させることができると共に、ノイズを低減することができるという効果も奏する。

【0082】特に、請求項3記載の半導体発光素子によれば、吸収部がマーク部を有するようにしたので、半導体発光素子をパッケージに収納する際などに、吸収部のマーク部を利用することにより容易に位置決めを行うことができる。よって、位置合わせの精度を高めることができ、歩留りを向上させることができるという効果を奏する。

【0083】また、請求項10記載の半導体発光素子によれば、基板の他面、基板の側面および構造部の側面からなるうちの少なくとも一部に設けられた吸収部を備えるようにしたので、請求項1乃至9のいずれか1に記載の半導体発光素子と同様に効果を奏する。

【0084】更に、請求項11乃至18のいずれか1に記載の半導体発光素子の製造方法または請求項19記載

の半導体発光素子の製造方法によれば、構造部の側面側および第3面側の少なくとも一部、または基板の他面、基板の側面および構造部の側面からなるうちの少なくとも一部に吸収部を形成する工程を含むようにしたので、本発明の半導体発光素子を容易に製造することができ、本発明の半導体発光素子を容易に実現することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る半導体レーザの構成を表す断面図である。

【図2】図1に示した半導体レーザを吸収部の側から見た図である。

【図3】図1に示した半導体レーザの各製造工程を表す断面図である。

【図4】図3に続く各製造工程を表す断面図である。

【図5】図4に続く製造工程を表す図である。

【図6】図1に示した半導体レーザが用いられる際の状態を表す図である。

【図7】図1に示した半導体レーザが用いられる際の状態を表す図である。

【図8】図7におけるI-I線に沿った断面図である。

【図9】図1に示した半導体レーザの作用を説明するための図7におけるI-I線に沿った断面図である。

【図10】本発明の第2の実施の形態に係る半導体レーザを表す図である。

【図11】図10に示した半導体レーザの変形例を表す図である。

【図12】本発明の第3の実施の形態に係る半導体レーザを表す図である。

【図13】本発明の第4の実施の形態に係る半導体レーザの構成を表す断面図である。

【図14】本発明に係る半導体発光素子の変形例を表す図である。

【図15】本発明に係る半導体発光素子の他の変形例を表す図である。

【図16】従来の半導体発光素子の用いられる際の状態を表す断面図である。

【図17】従来の他の半導体発光素子の用いられる際の状態を表す断面図である。

【図18】半導体発光素子とコリメータレンズとからなる光学系を表す図である。

【図19】従来の半導体発光素子の問題点を説明するための断面図である。

【図20】物質に光が入射した場合における反射と透過と吸収との関係を説明するための図である。

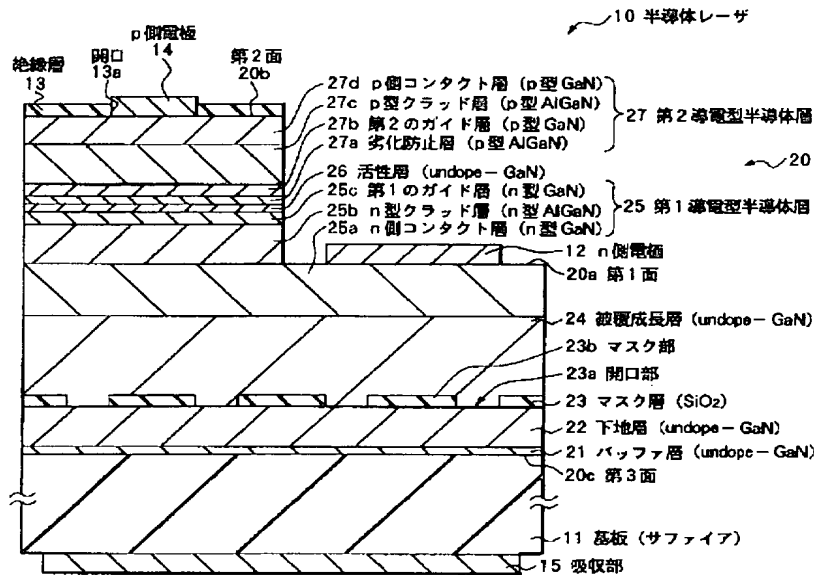
【符号の説明】

10、40、50、60、70…半導体レーザ（半導体発光素子）、10a…半導体レーザ形成領域、11、71、211…基板、12…n側電極、13…絶縁層、13a…開口、14…p側電極、15、45、55、6

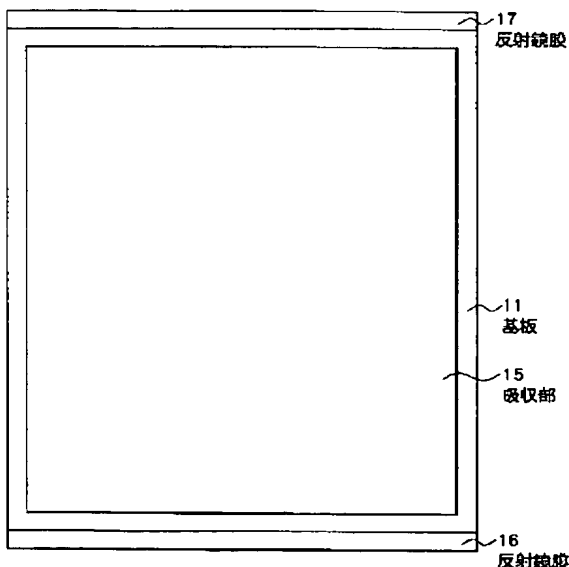
21

5, 85, 95…吸収部、20…構造部、20a…第1面、20b…第2面、20c…第3面、21…バッファ層、22…下地層、23…マスク層、24…被覆成長層、25…第1導電型半導体層、25a…n側コンタクト層、25b…n型クラッド層、25c…第1のガイド層、26…活性層、27…第2導電型半導体層、27a…劣化防止層、27b…第2のガイド層、27c…p型クラッド層、27d…p側コンタクト層、30, 13

【図1】



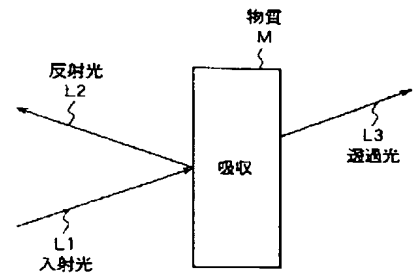
【図2】



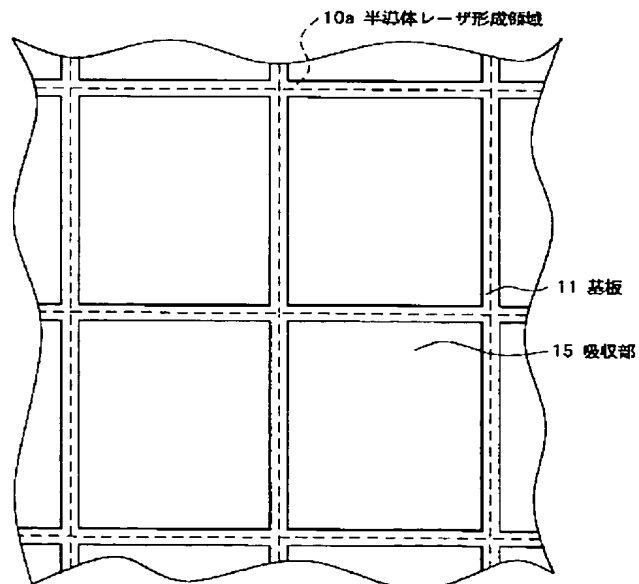
22

0, 230…パッケージ、31…配設基板、32, 33…配線、32a, 33a…半田層、34, 134…支持体、35, 135…蓋体、35a, 135a, 235a…取り出し窓、36, 136, 236…載置台、37, 38…ピン、39…ワイヤ、110, 210…半導体発光素子、300…コレクタレンズ、A…共振器方向、M…物質、L1…入射光、L2…反射光、L3…透過光

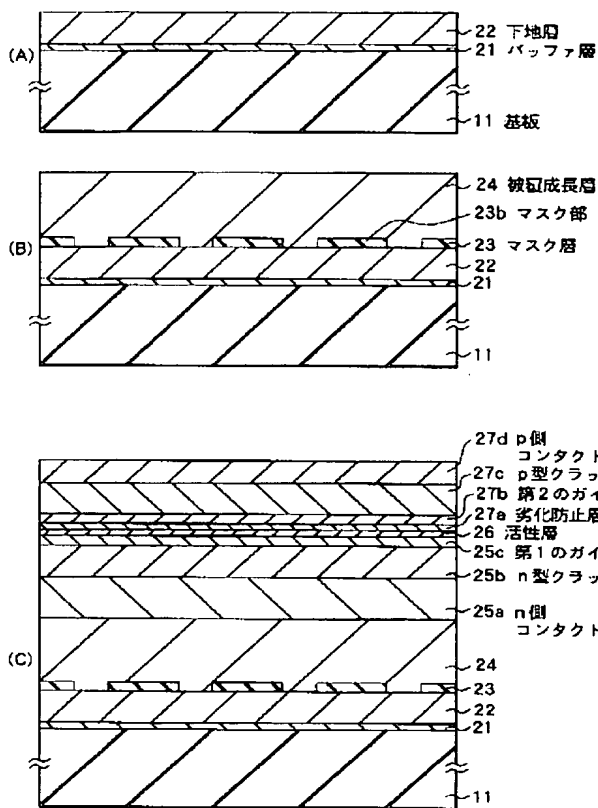
【図20】



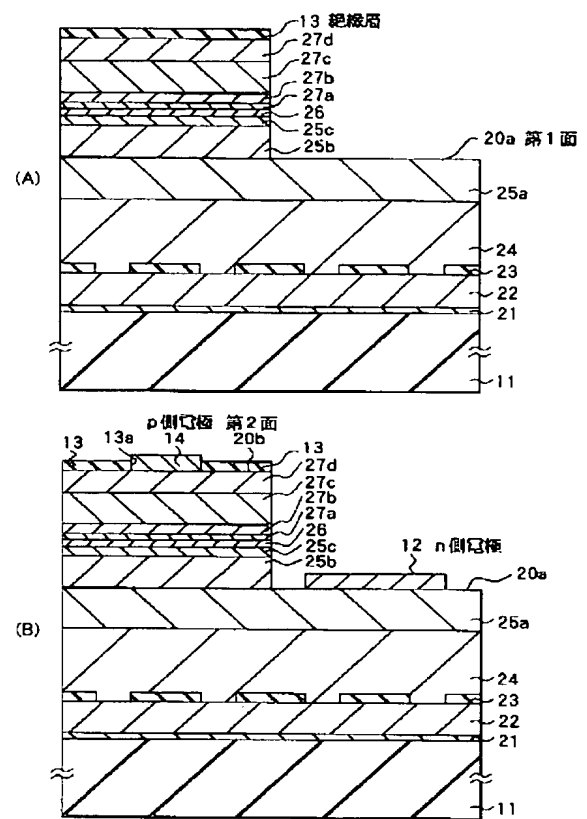
【図5】



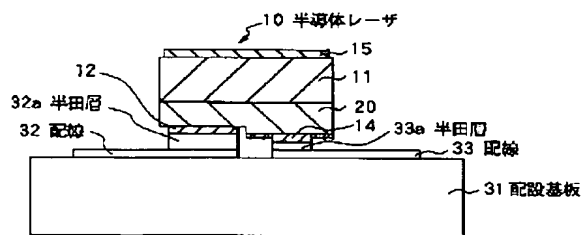
【図 3】



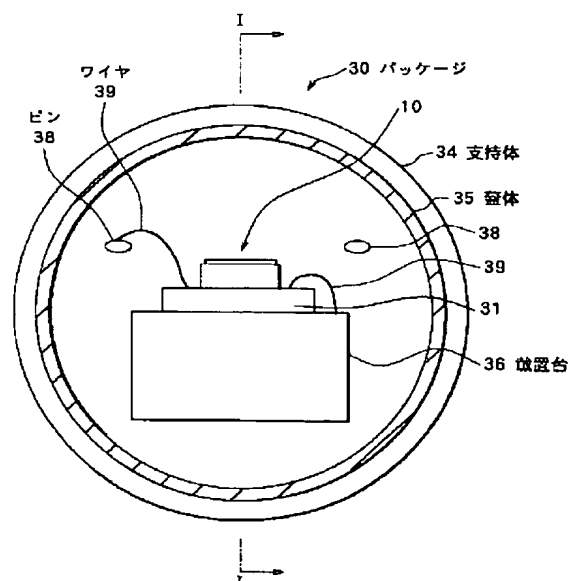
【図 4】



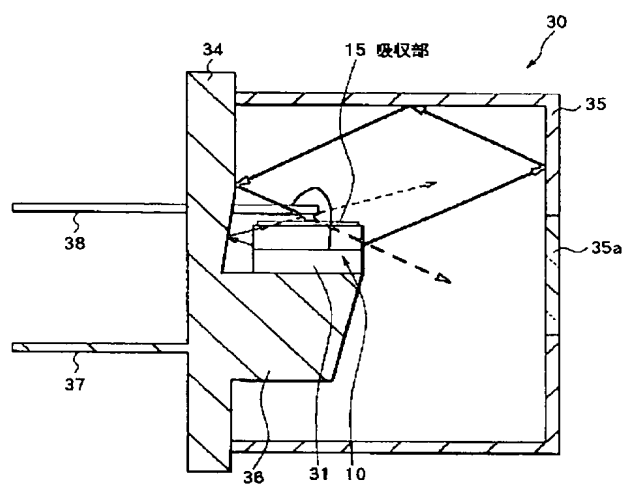
【図 6】



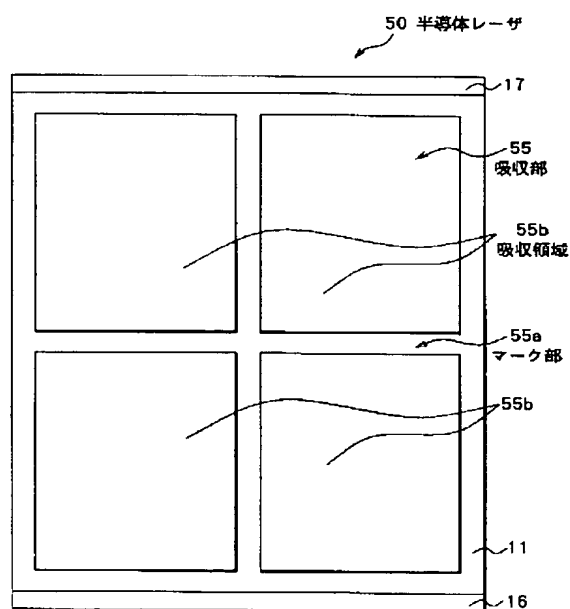
【図 7】



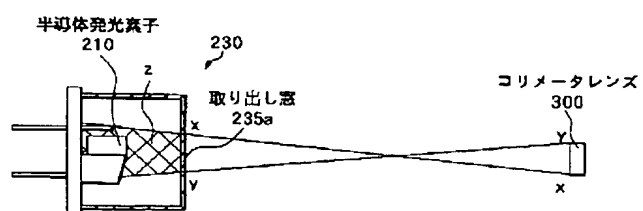
【图 9】



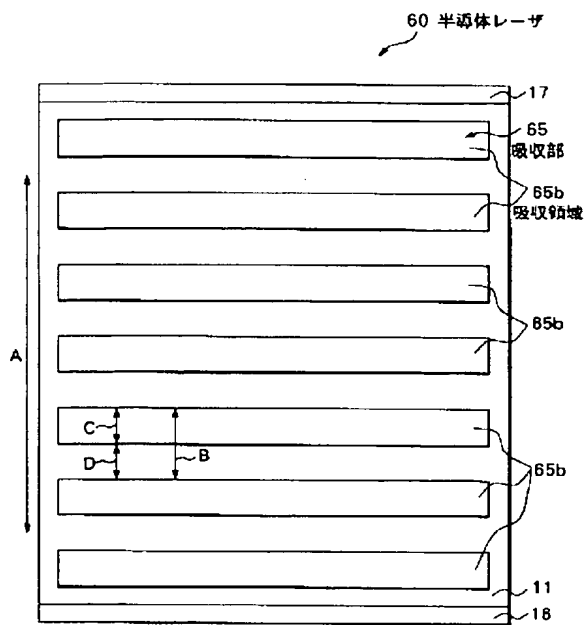
【例 11】



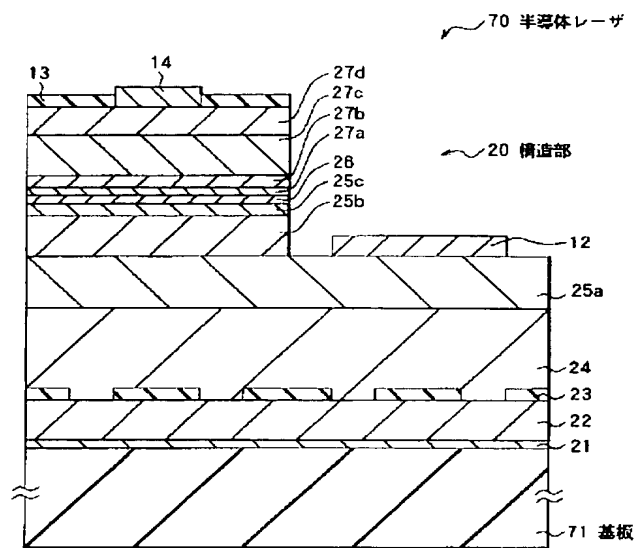
【图 18】



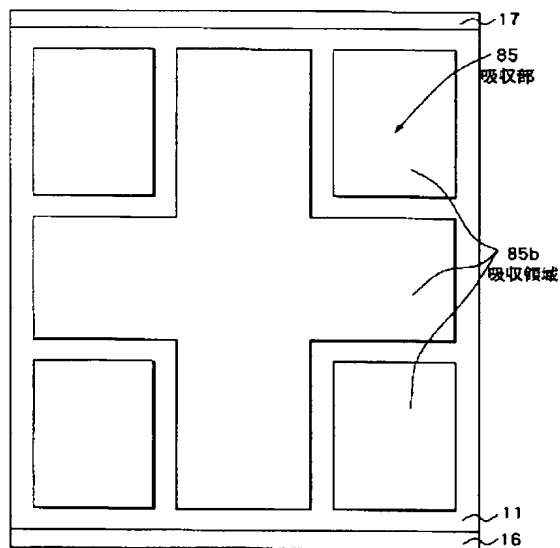
【図 12】



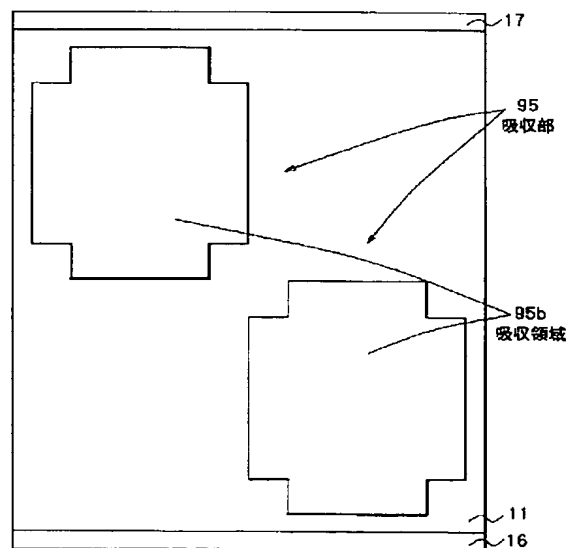
【図 13】



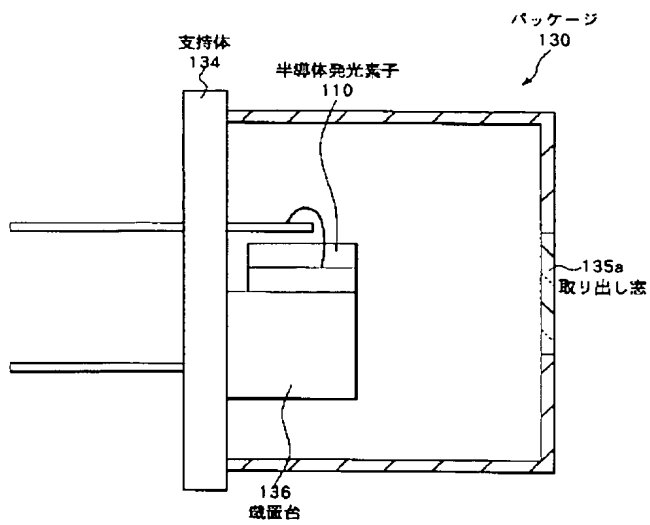
【図 14】



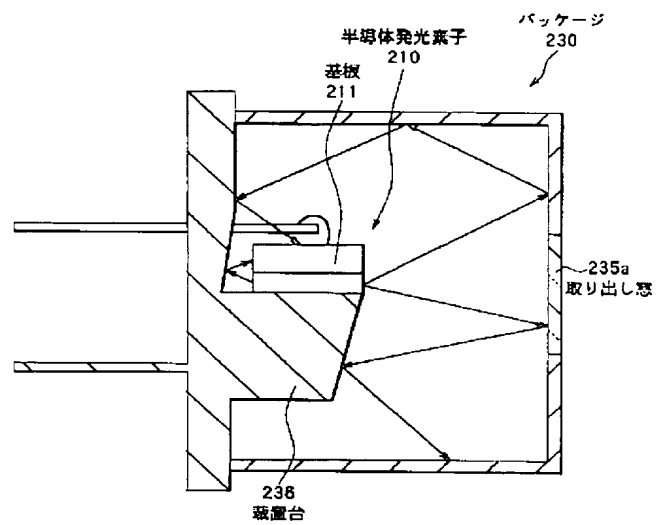
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【図 19】

